WORK OF ART FRAGILE

NOTE DE L'ÉDITEUR

Ce numéro est un peu inhabituel. Non point qu'il soit baroque, mais l'usage était jusqu'à présent de ne présenter que des productions vincennoises. Nous avons aujourd'hui le grand plaisir d'ouvrir nos pages à nos correspondants hongrois, Istvan HALMOS, M. HAVASS et Gyorgy KÖSZEGI, qui travaillent à l'Institut de Musicologie de l'Académie des Sciences de Hongrie, et qui font un point sur leurs recherches récentes en analyse ethnomusicologique.

Par ailleurs Marc BATTIER, membre historique du Groupe Art et Informatique de Vincennes et enseignant au Département Musique de l'Université Paris 8, présente l'analyse d'une de ses récentes compositions mise au point sur le système de synthèse hybride du G.A.I.V.

L'ensemble du numéro est par ailleurs totalement réalisé par le même Marc BATTIER.

A l'envoi de ce numéro, nous joindrons le n° 28 d'ARTINFO/MUSINFO qui a un caractère, vous le verrez, assez exceptionnel.

Voilà.

Jacques ARVEILLER

RECHERCHES EN AUTOMATISATION D'ANALYSES, DE SYSTEMATISATION ET DE LISTING DE MELODIES POPULAIRES MONODIQUES

I. HALMOS, M. HAVASS & Gy. KÖSZEGI
Institut de Musicologie, Académie des Sciences de Hongrie

En 1965, au sein du Groupe de Recherche sur la musique Folklorique de l'Académie des Sciences Hongroises est née l'idée d'appliquer des moyens informatiques à l'ethnomusicologie. A cette époque, les ethnomusicologues s'étaient déjà occupés de la caractérisation et de la systématisation des mélodies folkloriques depuis plus de 50 ans, apprenant à leur sujet tous les tenants et les aboutissants. Ils ont appris non seulement l'avantage du travail à la main mais aussi les difficultés et les désavantages de celui-ci. Ils regardèrent comme étant des plus compliqué l'administration et la manipulation d'une masse importante de documentation, sachant que notre institut possédait plusieurs dizaines de milliers d'enregistrements de mélodies, de notations, avec leurs nombreux renseignements ethnomusicologiques, les particularités musicales, sans oublier les multiples appréciations scientifiques de nos collègues. Les premières questions posées furent les suivantes : comment l'automation pouvait-elle nous aider à résoudre ce problème, et quelle sorte d'automation fallait-il utiliser? Après une brève hésitation, nous avons choisi l'ordinateur comme étant la forme la plus élevée d'automation. Mais la manière d'utiliser l'ordinateur en ethnomusicologie nous a fait réellement problème et continue encore jusqu'à aujourd'hui.

Le travail en chambre des mélodies folkloriques peut être séparé en trois domaines : l'analyse, le classement et le listing. Ces tâches englobent en particulier :

- 1) la caractérisation d'une mélodie particulière à l'aide d'autant d'éléments distinctifs qu'il est nécessaire/possible - c'est l'analyse ;
- 2) la comparaison de mélodies sur la base d'une/plusieurs de leurs caractéristiques musicales - c'est la systématisation ;
- 3) l'unification des analyses et du classement - c'est le listing des différentes mélodies/particularités.

Le point de départ de toutes ces préoccupations réside dans les caractéristiques musicales des mélodies elles-mêmes, telles que le rythme, la métrique, la hauteur, le registre, les cadences, les mouvements mélodiques, etc.
Avec ces possibilités d'application de l'ordinateur en ethnomusicologie, nous avons décidé sur la proposition de M. VARGYAS, durant l'automne 1968, de démarrer les expériences dans le domaine de la systématisation, d'autant plus que ce terrain de recherche était rempli de problèmes théoriques non résolus. Le travail préparatoire d'une part, les calculs réalisés par l'ordinateur d'autre part devaient leur trouver des solutions. La collection de l'ensemble du matériel pour l'ordinateur s'est étendue de 1964 à 1968, et c'est la raison pour laquelle nous avons attendu 5 ans pour commencer les expériences effectives. A cette époque, 5000 mélodies de différents pays d'Europe étaient déjà à la disposition de la machine.

PROJET N°1 : COMMENT COMPARER DES MELODIES ?

Plusieurs années de pratique nous montrent les difficultés d'une généralisation dans la comparaison des mélodies folkloriques :

- 1) nous avons appris qu'une caractéristique particulière ne réunit ni ne distingue des mélodies analogues ;
- 2) par ailleurs, nous ne pouvons équilibrer ce phénomène en introduisant davantage de caractèristiques musicales, car l'entassement de particularités restreint d'autant l'aire de recherche ;

- 3) c'est pourquoi la relation musicale ne peut être généralisée ni par l'absolutisation d'une caractéristique particulière, ni par l'accumulation de plusieurs caractéristiques.

Lors de la première expérience du projet 1, en 1968, les particularités musicales comme outils de comparaison furent éliminés, et nous avons essayé d'utiliser la mélodie elle-même comme un sujet de comparaison. La mélodie devait "rechercher" ses parents parmi d'autres.

EXPERIENCE N°1 : COMPARAISON NOTE A NOTE

Le matériel de comparaison

L'une des plus importantes familles de chants populaires hongrois est appelée le Paon (1)

Exemple 1

Rö - püjj, páva, rö - püjj

Vár- mö- gye há - zá - ra

A szë - gény ra - bok - nak

Sza- ba- du- lá - sá - ra!

Fly, peacok, fly ; a light on the County Hall,
And bring freedom to the prisoners!

(1) *L'exemple 1 montre la forme originale de la chanson folklorique arrangée par Z. KODALY dans ses Variations du Paon. 14 mélodies de ce type sont publiées dans Collection of Hungarian Folk Music VI. Types of Folksong I par Jardanyi PAL et Olsvai IMRE, Budapest, 1973.*
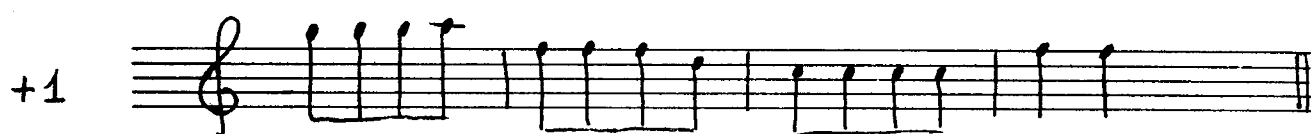
Cette souche comprend quelques douzaines de types de mélodies, et de formes mélodiques indépendantes. Nous avons choisi comme sujet de notre expérience quatre mélodies de ce groupe(2)
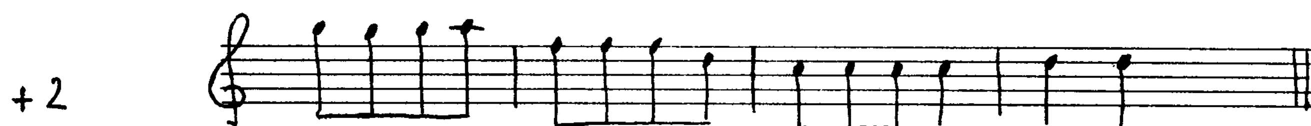
Exemple 2 . N° 1-4

Nous avons extrait des deux premières sections de ces 4 mélodies 10 motifs, chacun d'entre eux d'une longueur de 4 mesures à 2/4.

(2) L'exemple 2 présente 4 mélodies du type n°1. Seule la première moitié des mélodies a été mentionnée car la seconde moitié possède les mêmes formes - répétées une quinte plus bas.
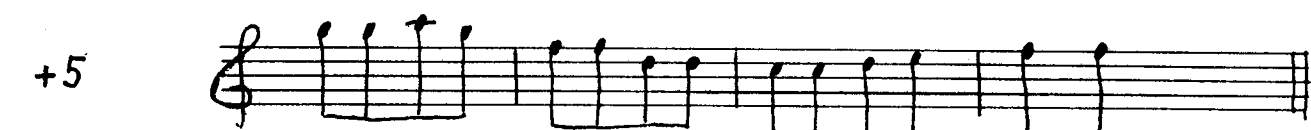
Exemple 3. n°+1 - +10
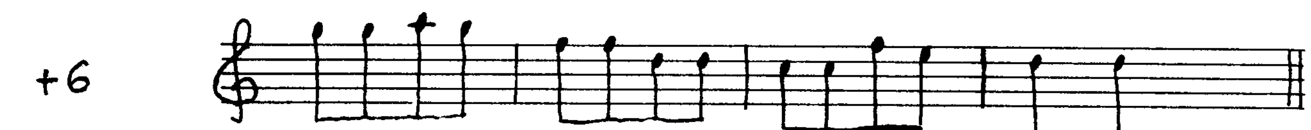
+1
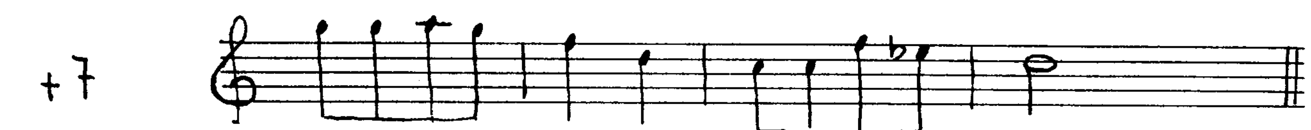

+2
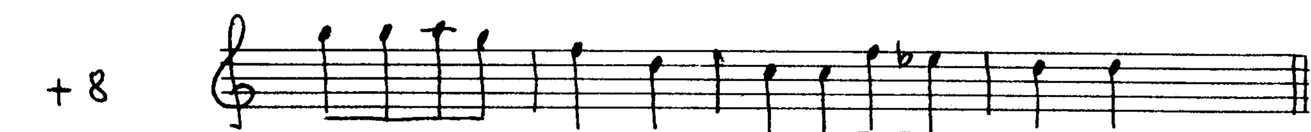

+3


+4

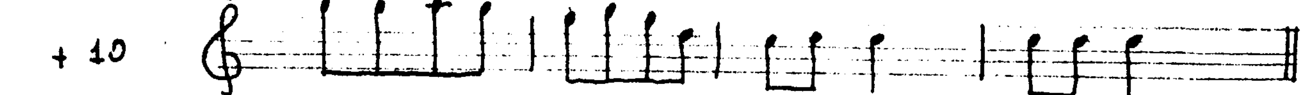

+5


+6


+7


+8


+ 9


+ 10


Nous recherchions surtout la trace de tels motifs, ou de motifs associés, parmi les 292 mélodies de forme anglaise traditionnelle recueillies par M. SHARP dans les montagnes des Appalaches du Sud.

LA METHODE DE COMPARAISON :

- 1) elle s'est déroulée note à note. Lorsqu'un motif hongrois se composait de 11 notes, l'ordinateur les comparait tout d'abord avec les notes n°1 - 11 d'une mélodie anglaise donnée. La machine comparait ensuite les notes 2 - 12, puis les notes 3 - 13, ainsi de suite. A la fin des mélodies anglaises les notes de quantité décroissante étaient comparées entre elles ;
- 2) en réalité, ce n'étaient pas les hauteurs qui étaient comparées, mais les intervalles. L'ordinateur transformait les hauteurs en intervalles en soustrayant les hauteurs immédiatement voisines. Nous traitions alors un jeu d'intervalles comme une "mélodie relative". A l'aide de cette méthode, on pouvait réaliser des comparaisons de n'importe quelle longueur avec des mélodies anglaises ;
- 3) rythme et mesure étaient éliminés des motifs hongrois, on n'en conservait que les intervalles ;
- 4) rythme, mesure et double barres de fin de mouvement étaient éliminés des mélodies anglaises. Seuls étaient conservés les intervalles et les doubles barres de fin de morceau. Les conditions 3 et 4 restreignaient - ou élargissaient ?! - le territoire de recherche en ne se préoccupant ni du rythme,ni de la forme, ni de la section ;
- 5) un pourcentage de 60 fut décidé être le seuil. Quand l'ordinateur trouvait 6 intervalles identiques sur 10, la mélodie était repérée et extraite ;
- 6) l'ensemble des 10 mélodies hongroises fut comparé aux 296 mélodies anglaises.

RESULTATS DE LA COMPARAISON :

- 1) 168 cas d'identité de 60% ou plus furent trouvés et extraits avec les indications suivantes : n° de référence de la mélodie anglaise, n° de référence du motif hongrois, l'identité en terme de pourcentage, n° de série de la comparaison,(donné par l'ordinateur) et un point quand la comparaison avait eu lieu à la fin de la mélodie anglaise, avec moins d'intervalles ;
- 2) le plus haut pourcentage reçut fut 76,9, à une seule occasion, suivi de 72,7% à 2 reprises ; 60% fut atteint dans 122 cas, ce qui représente la valeur la plus élevée des cas analysés.

LES EXPERIENCES ACQUISES

L'exemple 4 montre la mélodie n°49k de SHARP dans lequel l'ordinateur a trouvé le plus haut pourcentage d'identé.

Exemple 4 : C. SHARP, App. vI 49k

She trew her arm a - round him in a hug and a fear,
Saying: how can you kill the poor girl when she loves you so dear?
He threw her in her grave and a - way he did go,
And left but the small birds to hear her sad mourn.

- 1) entre les crochets, on trouvera les 3 fragments mélodiques indiqués comme identiques aux motifs hongrois n° +3, +7 et +10. Une autre partie de cette même mélodie, entre les parenthèses, fut négligée par l'ordinateur, en dépit du fait qu'elle est semblable au motif mentionné plus haut. Cette négligence est due au programme qui ne prend pas en considération les similitudes des mouvements répétés ;

- 2) pour donner une idée plus claire des similitudes, l'exemple 5 montre des fragments mélodiques de la mélodie anglaise n° 49k extraits de leur environnement musical - en même temps que leur parallèle musical hongrois;

Exemple 5

$49k_1$

+3 — 60%

=

$49k_2$

+10 — 76,9%

- 3) nous pouvons avancer que la mélodie anglaise et le type hongrois du Paon ne sont pas des mélodies semblables ou communes, d'ailleurs il n'y a aucun point de contact musical malgré l'identité des motifs supérieur à 70% dégagée par cette comparaison ;

- 4) l'impression de similarité paut croître avec les rythmes communs. Nous voyons dans l'exemple 6 le même segment de la mélodie anglaise combiné au rythme du fragement mélodique hongrois correspondant ;

Exemple 6

49k$_3$

+7

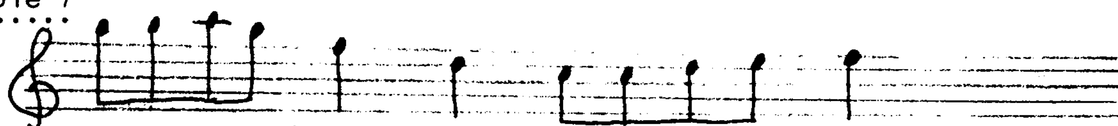
60%
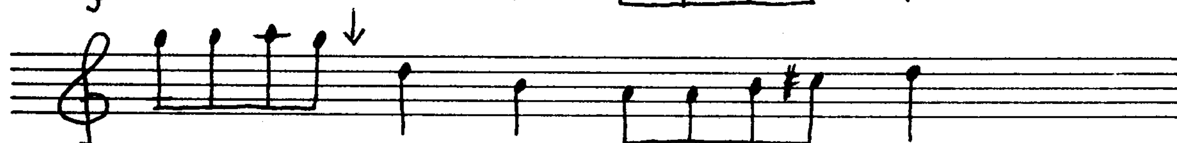
Le rythme commun occulte aussi les différences de structure : les motifs hongrois sont les unités musicales réelles, alors que les motifs anglais ne commencent pas en début de section, et ne finissent pas non plus à la fin d'une section.
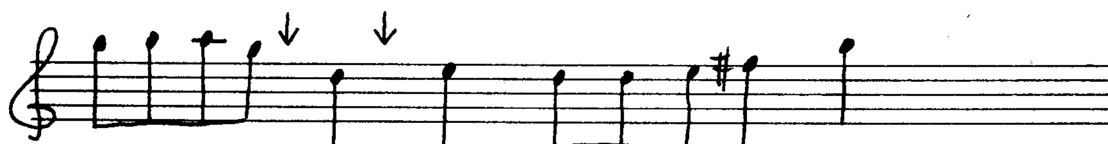
L'évaluation de la comparaison par la méthode du pourcentage - qui est la conséquence immédiate de la méthode du note à note - est très problématique. Il n'y a aucun doute qu'un degré de similitude égal à 100% signifie une relation absolue entre deux mélodies, mais il n'est absolument pas certain qu'une identité de 75% dans les hauteurs équivaut à une relation égale à 75% pour l'ensemble des mélodies considérées.
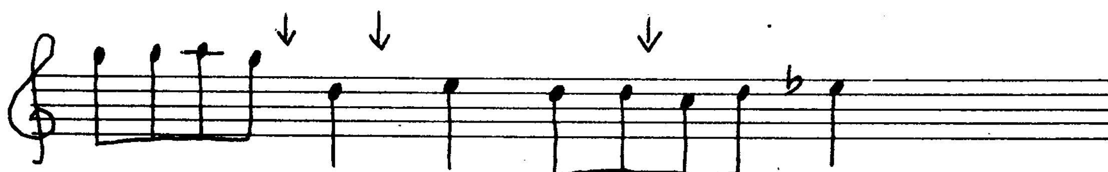
Examinons dans l'exemple 7 les correspondances des différents pourcentages que j'ai produit artificiellement à partir du motif hongrois n°+3.
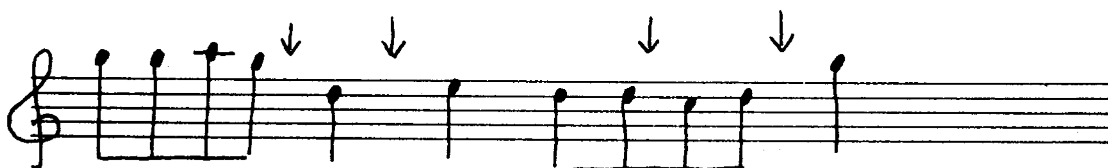
Exemple 7
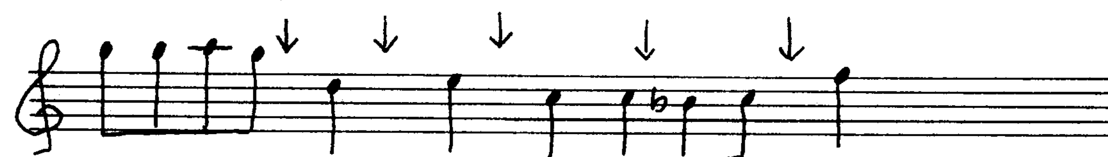
+3

100 %

1

90 %
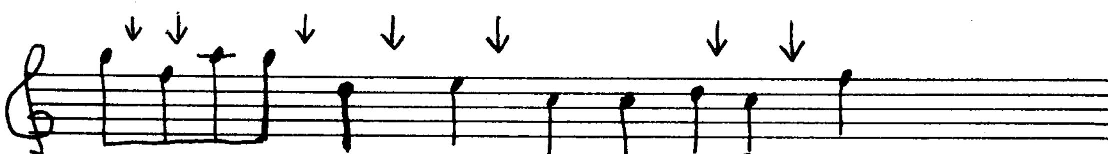
2

80 %

3

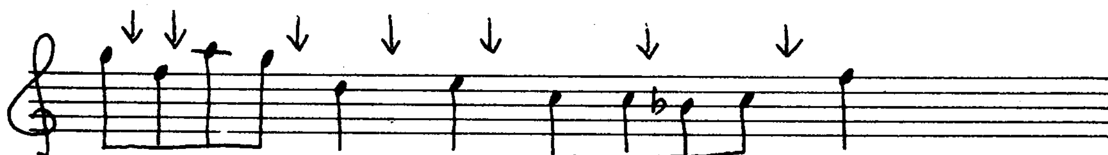
70 %

4

60 %

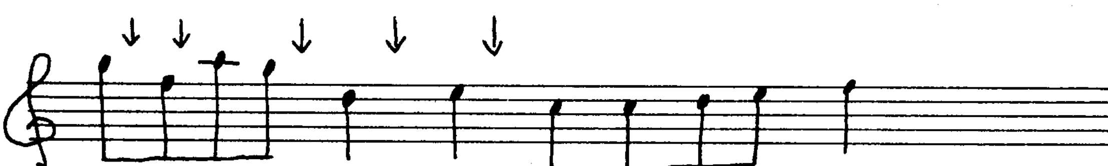
5

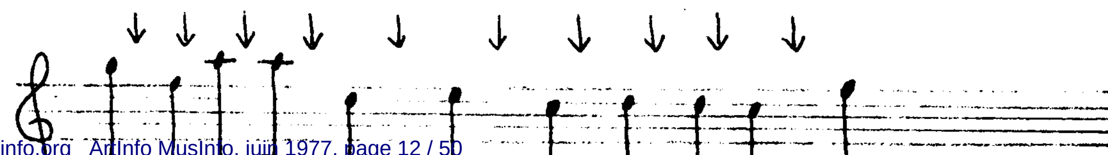
50 %

6

30 %

7

30 %

8

50 %

9

Ø %

Devrons-nous considérer le pourcentage et les relations musicales comme étant en rapport direct? Si j'en crois mon intuition ethnomusicologique, les exemples n°5 - 10, avec leur pourcentage d'identité de 50 sont plus proches du motif +3 que l'exemple 7 n°1 avec ses 90% d'identité, et encore plus proches de l'exemple 7 n°3 avec une identité de 70%. Une comparaison note à note de ce type semble ne pas du tout adéquate à la reconnaissance de relations inter-mélodiques. L'intuition reconnaît d'un seul coup d'oeil les identités réelles et particulières qui sont laissées de côté par la recherche à l'aide du pourcentage.

On aurait pu continuer les expériences afin de découvrir de meilleures méthodes de comparaison, toujours selon notre idée de départ : comparaison à l'aide des mélodies elles-mêmes, sans tenir compte des particularités musicales rattachées ou indépendantes. Cependant nous avons du abandonner ce projet en raison de l'abîme entre l'abstraction de nos résultats et le caractère pratique des besoins de nos collègues.
Au cours des 4 années qui suivirent nous avons quitté la machine du Bureau Central des Statistiques pour nous installer devant l'ordinateur CDC 3300 de l'Institut d'Automatique de l'Académie des Sciences Hongroises ; ceci nous permit de coder plus de 3000 mélodies. Enfin, en 1973, nous avons démarré notre projet 2.

PROJET N°2 : UN SYSTEME COMPLEXE POUR LA RECHERCHE ET LE LISTING DE MUSIQUE FOLKLORIQUE MONODIQUE

On peut résumer l'idée du projet 2 comme l'utilisation de l'ordinateur afin de faciliter l'administration et la recherche. L'organisation des résultats pouvait être des listes de différentes nature. Les listes pouvaient contenir des mélodies et/ou des caractéristiques musicales, des systèmes complets de données et/ou des données individuelles, selon le besoin des chercheurs. L'idée et la construction du programme, et ses résultats, sont à la fois tout proches, et cependant fort éloignés des méthodes traditionnelles de l'ethnomusicologie, d'où la nécessité de décrire les difficultés et les problèmes liés à ce type de système.

- 1) Une ancienne tradition de l'ethnomusicologie hongroise veut que l'on systématise des masses entières de mélodies folkloriques. Ces sytèmes reposent sur des particularités musicales variées, comme le nombre de syllabes, le nombre de sections, le système tonal, etc. Ces systèmes tendent à produire des dizaines de milliers de cartes et à occuper des armoires, voire des salles entières. Parmi d'autres, l'ouvrage de BARTOK, **Hungarian Folk Music**(3) représente l'un de ces systèmes. Afin de mieux reconnaître un tel système, voici une description rapide de la méthode de Bartok

- **Sa première question est : comment la mélodie est-elle exécutée?**

Ce point de vue le conduit à diviser sa collection roumaine en deux parties : les mélodies instrumentales et les mélodies vocales, aboutissant aux deux volumes de son travail : 1 - mélodies instrumentales
2 - mélodies vocales.

- **Puis vient la deuxième question : quelle est la fonction de la mélodie?**

Le premier volume est divisé en 5 sections, selon leur fonction : les groupes A et B représentent les danses, on trouve dans le groupe C les anciens chants populaires avec instruments sans aucune fonction particulière ; le groupe D consiste en musique de fiancailles et autres noces, et enfin le groupe recueille la musique pour cor des Alpes. Le deuxième volume est homogène quant à la fonction des chansons qu'il contient.
Examinons la division du matériel dans le volume 1 :

(3) *Londres, 1931 ; A Magyar Népdal , Budapest, 1924 ; et en version abrégée :* **Hungarian Peasant Music**, *The Musical Quarterly, 19, 3, New York, 1933. (N.D.T.)*

- **La troisième question de BARTOK est : les mélodies ont-elles une structure fermée?** -

La réponse, toujours selon les groupes 1A, 1B, 1C, 1D et 1E, est la suivante

1A : structure déterminée

1B : structure indéterminée

1C : voire leurs structures dans le volume 2 (mélodies vocales)

1D, 1E : aucun regroupement ne paraît possible.

Voyons de plus près le groupe 1A.

- **La quatrième question est : quelles sortes de segmentations possède la mélodie?** -

$1A_1$: mélodies à section courte, 2 mesures 2/4

$1A_2$: mélodies à section longue, 4 mesures à 2/4

$1A_3$: quelques mélodies légèrement différentes des sous-groupes précédents

$1A_4$: contient d'autres mélodies non classables jusqu'à présent.

Penchons-nous sur le groupe $1A_1$.

- **La cinquième question est : combien de sections comprend une mélodie?** -

$1A_{1.1}$: mélodies à 2 sections

$1A_{1.2}$ et $1A_{1.3}$: mélodies à 3 sections

$1A_{1.4}$: mélodies à 4 sections.

Examinons à présent le groupe $1A_{1.4}$.

- **La sixième question est : quelle est la note finale de la deuxième section?** -

On trouve une réponse dans le groupe $1A_{1.4.a}$ dans lequel les mélodies sont rangées selon le degré ascendant de leur césure principale.

- **La septième question est : <u>Quelle est la note finale de la section 1?</u>** -

Le groupe $1A_{1.4.a.A}$ est classé selon les critères du groupe $1A_{1.4.a}$.

- **La huitième question est : <u>Quelle est la note finale de la section 3?</u>** -

La structure du groupe $1A_{1.4.a.A.1}$ est la même que celle du groupe mentionné plus haut.

- **<u>La neuvième question est : Quel est l'ambitus des mélodies ?</u>** -

Le groupe $1A_{1.4.a.A.1.a}$ est classé dans un système identique à celui des notes finales

(Pour une systématisation complète, voir BARTOK, op. cit., I, pp. 6-15)

Malgré la présentation abrégée du système de BARTOK, nous pouvons tirer le principe fondamental du groupement : l'ethnomusicologue isole un caractère musical/anthropologique/géographique/personnel, pour le groupement de la totalité du matériel. Ensuite, il dégage un autre caractère, et découpe des sous-groupes à l'intérieur du groupe précédemment créé. On développe ainsi un système de subordination.
Les ethnomusicologues savent que le système de BARTOK n'est pas le seul possible, bien d'autres peuvent être réalisés en modifiant la séquence des caractéristiques et/ou le choix de nouvelles particularités. Dans notre institut, la musique populaire hongroise dépend de trois systèmes principaux (BARTOK, KODALY, JARDANYI-OLSVAI), auxquels il convient d'ajouter d'autres systèmes issus des préoccupations particulières de nos collègues, de nos visiteurs, de l'administration. Il faut bien comprendre que si ces sortes de systèmes sont inévitables quand nous travaillons

avec un grand nombre de mélodies, ils sont en même temps pleins de problèmes. A mon avis, au système manuel sont liés les problèmes suivants : consommation gigantesque de temps, de travail et d'espace, avec autant de possibilités d'erreurs administratives ou scientifiques, l'absence de reconnaissance et de correction automatique des fautes, et enfin l'inamovibilité.

Nous savons bien par expérience que la construction d'un système réunissant plusieurs dizaines de milliers de mélodies est une entreprise qui s'étend sur des décades entières, ne pouvant jamais être terminé. Nos salles sont pleines d'armoires, nos armoires sont pleines de notes et de cartes attendant qu'on veuille bien les ranger et les classer. En ce qui concerne les erreurs, nous en connaissons deux sortes : les administratives et les scientifiques. Il y a de fortes chances de commettre des erreurs administratives. Chacune des phases de travail manuel est remplie d'erreurs, à commencer par la préparation des notes musicales (copie, analyse, etc.)pour terminer par l'utilisation des cartes. En outre, il n'existe ni système automatique de contrôle, ni système de correction. La recherche des erreurs qui se cachent au milieu de cette énorme base de données, la maintenance du système, réclament un travail constant et considérables. Les erreurs scientifiques représentent les plus gros problèmes du système. Ces sortes d'erreurs proviennent de décisions antérieures, non équivoques, au sujet des propriétés des mélodies et de leur analyse. La difficulté de l'analyse ethnomusicologique présente deux aspects. Le premier réside dans le fait que les propriétés/caractéristiques d'une mélodie particulière sont ambiguës. Une analyse correcte mène parfois à des décisions polyvalentes. Le second aspect vient du fait que la musique populaire vit sous forme de variantes. Chaque mélodie fait partie d'un groupe de variantes, et les groupes de variantes font les types de mélodies. D'où il est impossible de décider de la forme typique et des caractères d'une mélodie particulière sans connaître le type auquel elle se rattache. Si l'on en croit l'expérience de l'ethnomusicologie

hongroise, l'analyse correcte d'une mélodie ne dépend pas seulement de la capacité d'analyse de l'ethnomusicologue, mais aussi de sa connaissance des groupes de variantes. Par conséquent, si l'on construit un système hiérarchique sans aucune possibilité de correction ultérieure, administrative ou scientifique, les erreurs figent les positions incorrectes des mélodies. Vous faites une erreur de copie ou une décision hiérarchique malheureuse, et la mélodie disparaît. L'inamovibilité d'un tel système signifie que si un matériel musical donné a servi de point de départ à un système particulier, aucun autre système ne peut plus être construit à partir de ce même matériel, sans effacer le précédent. Or, le matériel musical demande à être copié autant de fois qu'on pense pouvoir établir de système, et l'on sait qu'il est nécessaire d'avoir recours à de nombreux systèmes pour mener à bien une recherche au sein d'une large collection. Aux yeux d'un informaticien, ces problèmes doivent réfléchir une méthode de travail conservatrice. C'est une possibilité attrayante de faire appel à l'ordinateur pour aider à résoudre cette difficulté. Voyons jusqu'où l'on peut aller sans recours au "travail manuel".

- 2) En 1973 fut entamée la préparation d'un système complexe de listing. Les données sont conservées sur bandes magnétiques numériques, de façon à établir la possibilité d'analyse et l'organisation des mélodies par programme. Ce système devra,bien sûr, être pensé de façon à ne pas retrouver les problèmes du système conservateur, ceci à l'aide des deux idées suivantes.

- 3) La première idée réside dans le choix des données. Contrairement au système précédent, nos données regroupaient non les éléments caractéristiques des mélodies, mais les mélodies elles-mêmes. Une fois les mélodies préparées/codées pour l'ordinateur, nous avons dégagé toutes les informations contenues dans une transcription, telles que hauteur et durée des notes, liaisons (pour le calcul des nombres de syllabes), les lignes supplémentaires, et naturellement les fins de mélodies. Nous avons ajouté une information à ces éléments naturels : la fin des sections,qui n'est pas directement suggérée dans les partitions. En dépit du fait que les sections musicales ne sont pas encore établies scientifiquement, c'est une

des informations les plus fréquentes en ethnomusicologie. Il n'est pas permis de les omettre.

- 4) La seconde idée directrice consiste à inclure les propriétés musicales dans nos programmes. Par conséquent, après l'exécution du programme, on peut trouver une réponse à toutes les questions qu'on pouvait se poser quant aux trois informations principales que sont la hauteur, la durée des notes, et les divisions de la mélodie (note individuelle, mesure, section, etc.).

- 5) Les questions peuvent revêtir deux aspects. Le premier a cette forme : "Quelle sortes de ... se trouvent dans ... ?". Ce type de questions se rencontrent lorsqu'on veut savoir, par exemple, quelle sorte de note finale possède la mélodie d'un groupe donné. Le résultat consiste en une liste de toutes les mélodies avec les propriétés demandées (dans ce cas, les notes finales). Le deuxième type de question revêt cette forme : "Y-a-t-il ... ?". On utilise ce genre d'interrogation pour dégager des mélodies certaines particularités. Si,par exemple, on a besoin des mélodies en trois parties, on formulera ainsi la question : "Y-a-t-il des mélodies à trois parties dans cette collection?". Le résultat sera une liste avec un certain nombre de thèmes.

- 6) On peut demander ainsi non seulement un caractère mais aussi un ensemble de propriétés. Par exemple : "Quelles sortes de nombres de sections + quels nombres de mesures + quels nombres de syllabes ont les mélodies dans la collection française de d'Harcourts?". Dans la deuxième forme : "Y-a-t-il des mélodies en deux parties + avec les hauteurs sol-la-si-do-ré-mi-fa-sol en une octave parmi toutes les mélodies stockées?".

- 7) On peut analyser les propriétés à la fois dans des mélodies entières et dans chaque section séparèment.

- 8) Les listings de résultats devront contenir, en plus de cette partie analytique, une part d'organisation. Ceci est nécessaire pour établir des subordinations entre mélodies et/ou les caractéristiques. Le programme doit être en mesure de construire toutes les hiérarchies de particularités qu'on désire. Par ce moyen, on obtient une forme semblable à celle de l'ouvrage de BARTOK, mais toutes les difficultés ont été éliminées. Par exemple : une seule base de données est capable de générer d'innombrables systèmes. Notre système d'édition essaye de concilier les avantages d'une analyse faite par l'homme (connexion interactive entre les mélodies) avec ceux de l'ordinateur. La meilleure façon d'atteindre une telle unification est d'utiliser un système conversationnel.

- 9) Pour l'instant une faible part du système de listing est prête, à savoir :
  a) la base de données de 8500 mélodies ;
  b) 6 types de propriétés peuvent être demandés : **nombre de mesures**, **nombre de sections**, **échelle**, (toutes les hauteurs des mélodies), **l'ambitus mélodique** (intervalle entre les hauteurs extrêmes d'une échelle mesuré en demi-tons tempérés), **l'étendue absolue** (étendue relative + tonalité ; tonalité = relation entre échelle et fondamentale ; fondamentale = note finale d'un thème donné) et **la note finale de chaque section** ;
  c) la partie organisatrice du programme ;
  d) les questions ne peuvent s'adresser qu'à des mélodies entières ;
  e) les ethnomusicologues ne peuvent écrire les programmes seuls ; la participation d'un informaticien est nécessaire pour la formulation des questions et pour le maintien du contact avec la machine.

- 10) L'état courant du système est décrit en détail dans un document intitulé : **Programme de Recherche - I.** En voici le contenu :

Traduction : Marc BATTIER

RE COSA MATERIALE ET LE PROGRAMME COMPOSITIONNEL ICOSA

Marc BATTIER

Le programme ICOSA représente une tentative de jeu musical conversationnel, se référant à des modèles compositionnels répandus en musique électroacoustique.

L'idée du projet peut se résumer comme la génération d'une hétérophonie, développant un profil dynamique par fréquence. Parmi les contraintes de natures différentes qu'on peut apporter à cette définition, nous verrons plus loin celles relevant de la décision compositionnelle.

Pour le lecteur peu familiarisé avec l'équipement dont il est question ici, nous évoquerons quelques propriétés des dispositifs mis en oeuvre, ainsi que le choix et la composition de l'instrument de synthèse.

LA SYNTHESE HYBRIDE

Le G.A.I.V. dispose d'un système de synthése musicale hybride, organisé autour d'un mini-ordinateur INTELLEC-8. Le musicien utilise un langage de programmation écrit par Patrick GREUSSAY, INTELGREU, et différents périphériques parmi lesquels l'inévitable télétype, un dispositif de conversion numérique-analogique (DAC) et un synthétiseur. Le dispositif de conversion numérique-analogique utilisé pour cette pièce comprend huit

convertisseurs, destinés à délivrer une tension continue (côté analogique) en échange d'une information binaire (côté numérique). C'est cette tension, image analogique des nombres produits par le programme, qui servira à commander les dispositifs du synthétiseur.

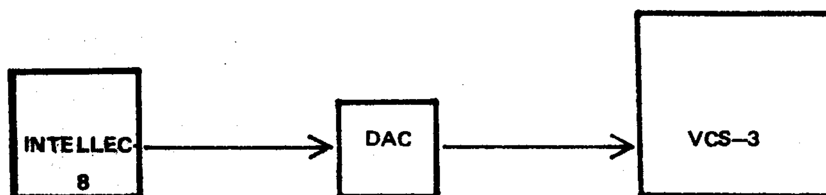


Figure 1

Le lecteur désirant une information plus précise peut se référer aux brochures traitant du sujet (1).

Il est clair que l'organisation du programme, son écriture, dépendent de l'instrument de synthèse sonore qu'on veut commander.

DESCRIPTION DE L'INSTRUMENT

Le synthétiseur utilisé offre plusieurs dispositifs permettant de réaliser la mise en forme dynamique d'un signal audiofréquence. Nous devrons choisir les plus favorables à notre projet. Parmi ceux-ci, il en est un spécifiquement destiné à cette utilisation, le générateur d'enveloppe (ENVELOPE SHAPER). Ce terme désigne en réalité deux éléments distincts : un ampli à gain variable, commandé en tension (VCA : Voltage Controlled Amplifier), et le générateur de tension de commande lui-même, le générateur Trapézoïde. On obtient avec cet appareil une certaine variété d'enveloppes.

(1) Giuseppe G. ENGLERT. «FRAGOLA. UN INSTRUMENT DE MUSIQUE ET/OU UNE COMPOSITION ?». Artinfo/Musinfo 22, 1977. 1-8.

Marc BATTIER. INTELGREU MUSICAL OU QUELQUES ASPECTS DE LA SYNTHESE HYBRIDE. Dépt. Musique, Dept. Informatique. à paraître.

Toutefois, le trapézoïde n'est pas lui-même commandable en tension ; l'accès d'une tension externe n'affecte qu'une partie de sa période. Il ne se prête pas à une liaison avec l'ordinateur, puisque son cycle est programmé intérieurement. Il nous permettra cependant de définir les moments d'une enveloppe dynamique simple.

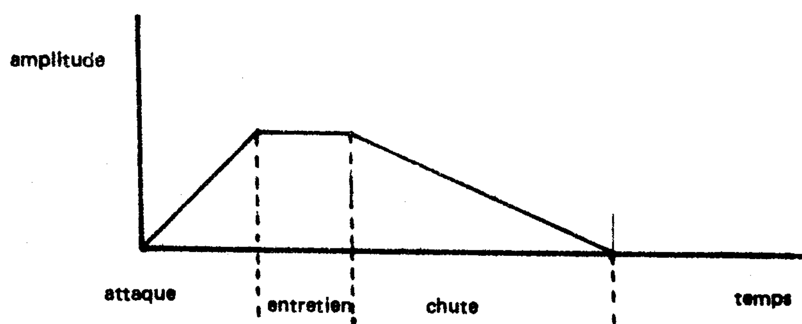


Figure 2

Un deuxième dispositif offre une souplesse plus grande : **l'ampli de sortie** du synthétiseur. Il s'agit d'un VCA. Mais ici, la tension de contrôle proviendra directement du DAC. Le gain du VCA augmente comme l'amplitude du signal de commande : en lui appliquant une tension en progression, on obtient un profil dynamique croissant. Le programme réalisera des enveloppes de type percussion-résonance.

Le filtre passe-bas peut être assimilé d'une certaine façon à un variateur d'enveloppe. Le déplacement de la fréquence de coupure du filtre selon une période en-deça/au-delà/en-deça du spectre d'un son provoque une image psychique de crescendo–decrescendo ; il s'agit bien d'une apparition/disparition d'energie. Toutefois, l'action dynamique est sélective, elle se réalise en fréquence. L'oreille pourra tantôt percevoir une modification de timbre, tantôt une variation dynamique. Il reste que les deux phénomènes sont liés, et que le premier aura tendance à masquer le dernier. L'effet dynamique lutte avec la modification de timbre, selon que l'accent est mis sur la vitesse de déplacement de la fréquence de coupure, sa position par rapport au registre du spectre, etc.

LA COMMANDE DYNAMIQUE DE L'ORDINATEUR

Pour réaliser le matériau sonore de la pièce, le programme aura à spécifier deux éléments : la fréquence de l'oscillateur choisi et la variation dynamique du VCA ou du filtre. Un DAC sera chargé de la commande de fréquence, tandis que la commande du VCA sera assurée par un deuxième DAC. La commande dynamique suivant les modèles de percussion–résonnance s'applique à un son électronique généré par l'oscillateur.

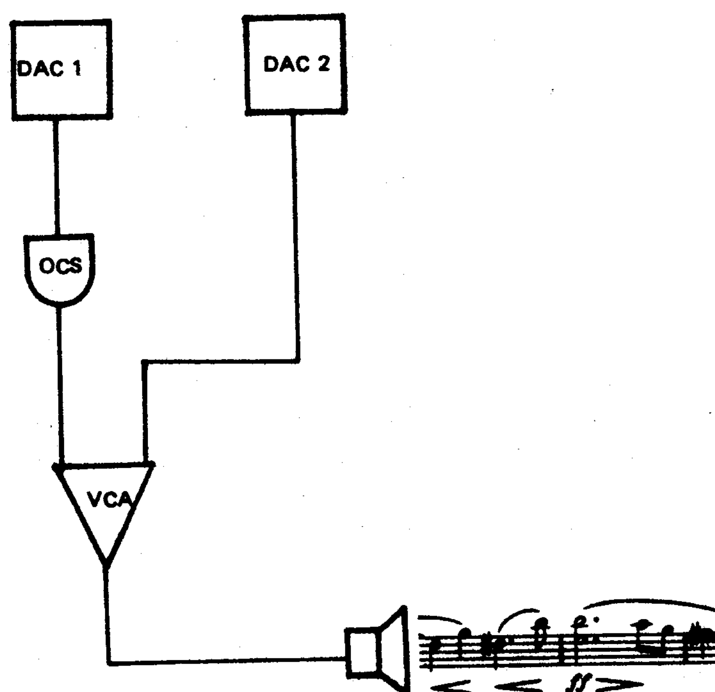


Figure 3

Chaque enveloppe naissante laissera apparaître une fréquence nouvelle. Le programme devra coordonner la recherche d'une fréquence et le calcul de l'enveloppe. Si cette remarque ne laisse rien préjuger des durées, ni de l'étendue des hauteurs des sons, elle introduit à

la description de l'écriture du programme. La figure 4 précise un déroulement possible. Le diagramme du haut représente une suite d'enveloppes, et le diagramme associé la suite de fréquences. A chaque extinction dynamique correspond la recherche d'une nouvelle fréquence.

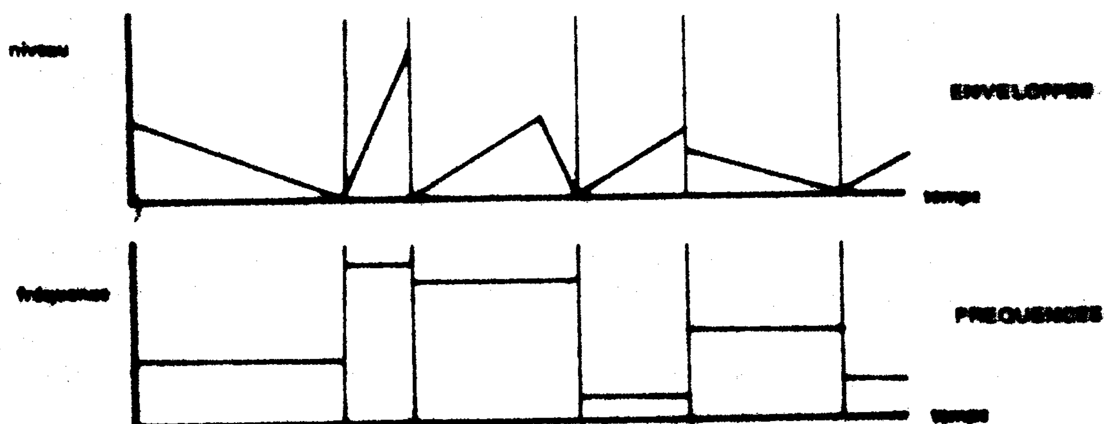


Figure 4

Plus précisément, le programme devra déterminer à chaque nouveau cycle 3 paramètres :

- la fréquence du signal mis en forme ;
- la valeur maximale de l'enveloppe ;
- la durée de l'enveloppe.

L'ALGORITHME DYNAMIQUE

A fin de développer des profils dynamiques plus variés que de simples dents de scie, l'enveloppe sera divisée en deux moments : la croissance jusqu'à un maximum, la décroissance depuis un nouveau maximum jusqu'à l'extinction complète. On disposera d'une richesse potentielle d'enveloppes plus large.

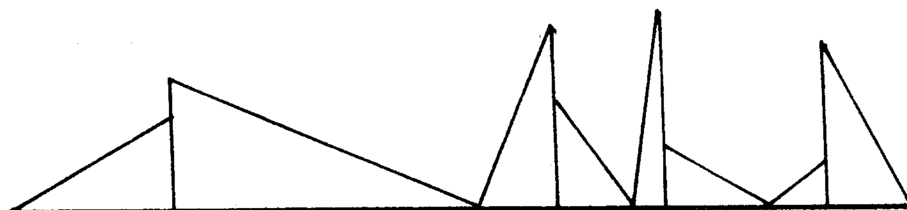


Figure 5

Le sous-programme IN.V est chargé du calcul de la partie croissante de l'enveloppe. Celle-ci est représentée par l'identificateur V_{var}, qui désigne la variation du VCA. V_{var} varie de 0, qui correspond à l'ampli fermé, au silence, jusqu'à la valeur maximale aléatoire V_{max}. Chaque nouvelle valeur de V_{var} représente la valeur instantanée de l'enveloppe. Quand l'incrémentation atteint la borne supérieure V_{max}, le sous-programme DC.V prend le relais, en décrémentant l'identificateur V_{var} depuis une valeur aléatoire V_{max} jusqu'à 0. Chaque pas permet l'envoi vers le DAC de la valeur courante. A la fin du cycle, le programme génère une nouvelle fréquence aléatoire FRV, ou FRéquence de l'oscillateur mis en forme par le VCA.

Enfin, la durée totale de l'enveloppe intervient au moyen d'une boucle de temporisation explorée à chaque pas de l'incrémentation ou de la décrémentation. (voir le sous-programme IN.V en 1080,
DC.V en 10B0,
FR.V en 10E4,
la temporisation en 1100.)

La représentation du déroulement du programme, du moins à ce stade élémentaire, suit les quatre étapes suivantes :

1 – PROGRAMME APPELANT	teste si l'enveloppe croît (appel IN.V) ou décroît (appel DC.V)
2 – SOUS–PROGRAMME FR.V	FRV aléatoire sortie sur le DAC

3 – SOUS–PROGRAMME IN.V

$V_{var} \leftarrow V_{var} + 1$
si $V_{var} \neq V_{max}$ alors RETOUR
la croissance n'est pas finie
sinon
. calculer une nouvelle durée, i.e. le coefficient de la boucle de temporisation
. tirer la valeur aléatoire maximale à atteindre (V_{max})
. $V_{var} \leftarrow 0$
RETOUR

4 – SOUS–PROGRAMME DC.V

$V_{var} \leftarrow V_{var} - 1$
si $V_{var} \neq 0$ alors RETOUR
la décroissance n'est pas finie
sinon
. calculer une nouvelle durée
. tirer la valeur aléatoire de V_{ma}
. tirer la valeur aléatoire de FRV nouvelle fréquence à sortir
RETOUR

On remarquera que l'exemple ne porte que sur un dispositif dynamique, le VCA. En réalité, le programme en utilise un second, le filtre passe-bas du synthétiseur, comme on l'a vu plus haut. Son évolution formelle est proche de celle du VCA, mais son comportement est particulier : la fréquence de coupure du filtre, i.e. le point de filtrage d'un spectre, ne s'élève pas quand la tension augmente, mais elle baisse. Elle varie, comme un VCO, inversement à la tension de commande. D'où, notre image d'enveloppe devra se renverser pour obtenir l'effet désiré. Pour que la fréquence de coupure suive le modèle d'une courbe enveloppe, on devra d'abord lui envoyer une tension élevée qui decroît, puis qui croît de nouveau.

L'identificateur F_{var} est initialisé à la valeur maximale (ici 256_{10}, soit FF en hexadécimal, noté FF_H), puis décrémenté dans le sous-programme DC.F jusqu'à la valeur aléatoire F_{max}. A cette valeur seuil, le programme principal appelle la subroutine IN.F. F_{var} prend une nouvelle valeur aléatoire et progresse jusqu'à FF_H. Le cycle terminé, on génère une nouvelle fréquence FRF.

La figure 6 représente l'évolution contraire de nos deux enveloppes.

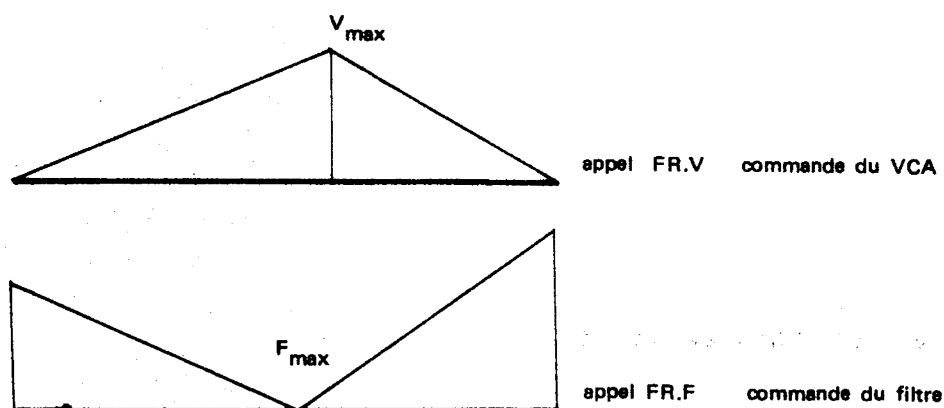


Figure 6

(voir DC.F en 114D
IN.F en 1170
FR.F en 10CB).

LE SOUS PROGRAMME D'ALÉATOIRE

Il utilise l'algorithme de génération pseudo-aléatoire de Patrick GREUSSAY. La valeur courante du générateur est stockée à l'adresse 1400, et le programme devra auparavant préserver la valeur du registre L ; enfin l'aléatoire est distribué entre un grand nombre de paramètres. On ne risque pas de déceler la redoutable présence de séries lors de l'exécution de la pièce.

(voir 1120 – 1131).

SUPERVISATION DU PROGRAMME PRINCIPAL

Terminons cette description globale en mentionnant la synchronisation entre les sous-programmes. Rappelons que les sous-programmes IN.V et DC.V d'une part, DC.F et IN.F d'autre part calculent respectivement la valeur de V_{var} et de F_{var}, représentant la valeur instantanée de l'évolution dynamique du son. Afin de générer deux voix indépendantes, obéissant chacune à ses propres contraintes, il est nécessaire de les synchroniser. L'idée consiste à calculer la valeur courante de V_{var}, le sortir sur le DAC, puis de calculer la valeur courante de F_{var}, le sortir, et ainsi de suite. Elle est assurée par deux moniteurs : V_1 et F_I.

Moniteur V_1 (100A)

. teste si le sous-programme courant est IN.V ou DC.V
. charge l'accumulateur avec la valeur courante de V_{var}
. appelle le sous-programme de sortie (1100)
. appelle le sous-programme IN.V ou DC.V ; le sous-programme courant aura alors à incrémenter ou décrémenter, selon le cas, V_{var} de 1 pas
. passe au moniteur F_1 (1044).

LE PROGRAMME ICOSA

Il est destiné à deux synthétiseurs indépendants, soient quatre voix :

synthétiseur 1	voix 1	oscillateur sur VCA_1
	voix 2	oscillateur sur $filtre_1$
synthétiseur 2	voix 3	oscillateur sur VCA_2
	voix 4	oscillateur sur $filtre_2$

On dispose de quatre moniteurs :

moniteur V_1	pour le VCA_1	en	100A
" V_2	" VCA_2	"	1044
" F_1	" $filtre_1$	"	119A
" F_2	" $filtre_2$	"	11D0

L'ordre des séquences de sortie est le suivant :

. moniteur V_1

sort V_{var} sur la voix 1
IN.V ou DC.V

moniteur F_1

sort F_{var} sur la voix 2
DC.F ou IN.F

moniteur V_2

sort V_{var} sur la voix 3
IN.V ou DC.V

moniteur F_2

sort F_{var} sur la voix 4
DC.F ou IN.F

L'appel des sous-programmes dépend d'un aiguillage AIG, positionné à 1 pour l'incrémentation, sinon à 0. Chaque fois qu'un seuil est atteint, AIG se renverse.

Un compteur CPT est présent pour diminuer l'entropie élevée du choix des régions. Ainsi la région 0, quand elle est choisie, engendre un nombre plus élevé d'enveloppes que la région 4 (on favorise par ce moyen l'apparition de constellations de sons brefs).

Il existe deux raisons à cela. L'existence d'une temporisation issue de la région 4, longue, ralentit l'exécution de l'ensemble du programme. C'est la première raison. La seconde favorise l'apparition de séries d'enveloppes. On espère ainsi créer des suites d'enveloppes dynamiques lentes, auxquelles succéderait une constellation de sons brefs. De plus, la temporisation est particulière à chaque demi-enveloppe : dès lors les profils dynamiques contigus auront leur croissance tirée d'une même région, leur décroissance d'une autre ou de la même. On crée ainsi, au hasard des voix, des rapports de proximité ou de superposition. Le contenu de CPT est décrémenté à chaque fois qu'une demi-enveloppe est achevée. Lorsque CPT atteint 0, un appel de valeur aléatoire de REG est effectué et un bref algorithme permet de réinitialiser CPT. Ce mode de calcul dépend des valeurs courantes de REG et de TEM.

$$CPT = \frac{FF_H}{REG+3} + \frac{TEM}{REG+2}$$

(voir 123F – 1275).

On obtient par ce calcul une valeur de CPT plus elevée pour la région 0 que pour les régions 3 ou 4.

Enfin, un deuxième type d'intervention conversationnelle est offert à l'interprète de la pièce : l'apparition sur les quatre voix de nuages de sons brefs. Lorsque le sous-programme REGTEM possède pour REG la valeur 0, il se termine par un test sur le mot d'entrée provenant de la console .

(voir 1294 – 1297).

Si le bit 0 est à 1, l'ensemble des identificateurs de régions prennent la valeur 0. Ainsi, tous les REG étant à 0, les voix ayant à choisir leur temporisation prendront des valeurs de durée très brève.

(voir 129B – 12B3).

LES TEMPI ET LES REGIONS DE L'HETÉROPHONIE

Si l'on a plus haut réalisé les moyens d'une polyphonie mélodique, on peut souhaiter la combiner avec une polyphonie de tempi, elle même formée de séries d'enveloppes. Le sous-programme REGTEM est chargé de gérer les paramètres déterminants de l'hétérophonie. L'étendue de durée de chaque demi-enveloppe est découpée en quatre régions :

REG 0	durées brèves
REG 1	brèves à semi-brèves
REG 2	brèves à longues
REG 3	semi-brèves à très longues

Chaque région est constituée d'ambitus de durées, dont la valeur courante TEM sera fournie à la boucle de temporisation (1100). La gestion par les quatre moniteurs de l'ensemble du programme occupe une durée réelle variable, qu'on peut considérer comme musicalement assez longue. Par conséquent, les itérations de la boucle de temporisation pourront osciller entre des nombres très faibles pour la région 0 et des nombres moyens pour la région 4.

Les valeurs des REG 0 et REG 1 proviennent d'un filtrage d'aléatoire

REG 0 = {2,5}
REG 1 = {1,8}

(voir REG 0 : 1222 à 122A
REG 1 : 1218 à 121E).

Les valeurs des REG 2 et 3 sont données par l'interprète au clavier de l'INTELLEC, multipliées par l'indice de région et augmentées d'une constante.

DONNEES = $\{18_H, 3B_H\}$

REG 2 = DONNEES*2 = $\{30_H, 76_H\} + 0F_H = \{3F_H, 85_H\}$

REG 3 = DONNEES*3 = $\{60_H, EC_H\} + 0F_H = \{6F_H, FB_H\}$

REG	0	1	2	3
TEM	2,5	1,8	3F,85	6F,FB

RÉALISATION DE RE COSA MATERIALE

La version du programme ICOSA en musique électronique vivante, RE COSA MATERIALE, utilise deux synthétiseurs VCS-3 EMS, et le dispositif de conversion numérique/analogique 8-DAC construit par Christian COLÈRE. La figure 7 précise l'attribution des DACs. Un dispositif réalisé par Didier RONCIN intègre les impulsions arrivant lors d'enveloppes très brèves, avec des transitoires d'attaques intenses, sur les voies 04 et 40.

On trouvera en figure 8 la description de l'instrument, et plus bas le patch du synthétiseur. Il ne s'agit pas dans ces quelques lignes de se substituer à une partition, dont l'écriture dépend des choix de l'interprète-compositeur, mais de mentionner quelques remarques tirées de réalisations antérieures.

Le jeu conversationnel autorise une adéquation entre les choix de l'interprète et les variations du programme. Le système réalisé autorise l'interprète à modifier son jeu par des réglages du synthétiseur et des DACs. Les variations de l'étendue des tensions de commande entraînent autant d'ambitus de fréquences ; le filtre se prête particulièrement à ces altérations. De même, les oscillateurs se situent dans des registres que l'on peut déplacer, de l'extrême grave à l'extrême aigu. Ainsi, l'interprète peut modifier la fréquence des oscillateurs, le degré de résonance du filtre, le taux de réverbération. Sur le convertisseur, les niveaux de sortie des DACs 08 et 80 pour les filtres, 04 et 40 pour les VCA pourront varier selon le caractère du mouvement.

ADRESSE DAC	80	40	20	10	08	04	02	01
DISPOSITIF	FILTRE1	VCA2	FRF2	FRV2	FILTRE1	VCA1	FRF1	FRV1

Figure 7 : Tableau de la distribution des DACs sur les synthétiseurs

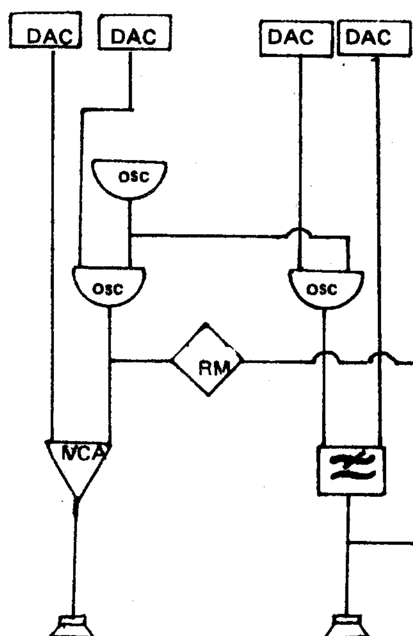
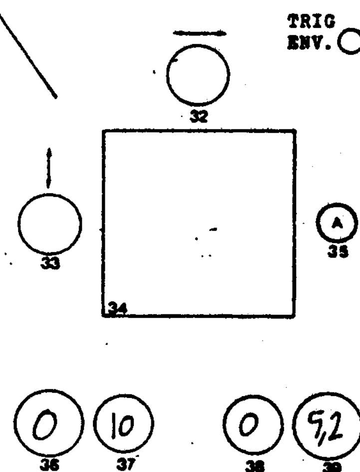


Figure 8

OSC 1				RM	FILTER/OSC		
8,5	5	7		4	6	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
OSC 2				**ENVELOPE**			
6	5	7					
9	10	11	12	13	14	15	16
OSC 3				**REVERB**			
3	5		8	2	7		
17	18	19	20	21	22	23	24
NOISE		**INPUT**		**OUT. FILTERS**			
				5	5		C S
25	26	27	28	29	30	31	

NUMBERS ARE DOPE SHEET REFERENCES, NOT PIN BOARD NUMBERS

		SIGNALS								CONTROLS								
		OUT 1	METER	OUT 2	ENVEL	RING MOD A	RING MOD B	REVERB	FILTER	OSC. FREQ 1	OSC. FREQ 2	OSC. FREQ 3	DECAY	REVERB	FILTER	OUT AMPS 1	OUT AMPS 2	
OUT CHAN	1																	1
	2					●												2
OSC	1	●					●											3
OSC	2							●										4
OSC 3	⊓⊔																	5
	∿												1	2				6
NOISE																		7
INPUT AMPS	1									10								8
	2										10							9
FILTER				●														10
TRAPEZ																		11
ENV SIG																		12
RING MOD																		13
REVERB									●									14
STICK	↔															40		15
	↕														10			16
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	



VCS 3 DOPE SHEET - ELECTRONIC MUSIC STUDIOS (LONDON) LTD.

Figure 9

L'oscillateur 3 commande le rapport cyclique des oscillateurs principaux 1 et 2, par une connexion externe indiquée en L6 et M6.

Le programme ICOSA/RE COSA MATERIALE peut être appelé par toute personne le désirant : il occupe la zone mémoire 2460 - 273C en PROM sur l'INTELLEC-8. Faire la commande :

M2460,273C,0FB0

toutefois, la version actuelle présentée ici contient des modifications à la version PROM. Il est donc conseillé de modifier les octets suivants, d'après l'état du programme donné ici :

0FF4–1006
1026
121F
1223
122B
123F
124B
125C
1275
128C–12B7

Enfin, mentionnons qu'une première version du programme ICOSA a été diffusée comme musique d'environnement pendant l'exposition du peintre RICO à Créteil en février 1977. La version Live fut donnée à Francfort et à Zurich (avril 1977) et la version récente sur bande, mixée au studio électroacoustique du département Musique de Vincennes, a été inscrite au programme du Festival de Musique Expérimentale de Bourges (mai 1977).

LES SOUS-PROGRAMMES ET LEURS FONCTIONS

```
100A      MONITEUR V1      SI AIG=1
                              CAL 1100   OUT
                              CAL 1080   IN.V
                              JMP 1044   F1
                           SINON
                              CAL 1100   OUT
                              CAL 10B0   DC.V
                              JMP 1044   F1
1080      IN.V             VVAR←VVAR+1
                           SI VVAR≠VMAX ALORS RETURN
                           SINON AIG←0
                              CAL 1200   REGTEM
                              CAL 10E4
                              AIG 0
                                                RETURN
10B0      DC.V             VVAR←VVAR-1
                           SI VVAR≠0     ALORS RETURN
                           SINON AIG←1
                              CAL 1200   REGTEM
                              CAL 10E7
                              CAL 1140   FR.V
                                                RETURN
1044      MONITEUR F1      SI AIG=1
                              CAL 1100   OUT
                              CAL 1170   IN.F
                              JMP 119A   V2
                           SINON
                              CAL 1100   OUT
                              CAL 114D   DC.F
                              JMP 119A   V2
109C                       VMAX←AL
                           VVAR←0
10CB      FR.F             FRF←AL
10E4      FR.V             FRV←AL
1100      OUT
110A                       FVAR←AL/2
                           FMAX←FF
1112                       FVAR←FF
                           FMAX←AL/2
1120      ALEA
114D      DC.F             FVAR←FVAR-1
                           SI FVAR≠FMAX ALORS RETURN
                           SINON
                              AIG←1
                              CAL 1200   REGTEM
                              CAL 1112
                                         RETURN
```

```
1170    IN.F            FVAR←FVAR+1
                        SI FVAR≠FMAX ALORS RETURN
                        SINON
                           AIG←0
                           CAL 1200   REGTEM
                           CAL 110A   FVAR←AL/2
                           CAL 10D7   FR.F
                                                RETURN
119A    MONITEUR V2
11D0    MONITEUR F2
1200    REGTEM          TEM←AL/4
                        SI REG=0 ALORS
                           TEM←TEM/4+02
                        SI REG=1 ALORS
                           TEM←TEM/3+01
                        SI REG=2 OU 3 ALORS
                           TEM←DONNEES*RES+0F
                           CPT←CPT-1
                        SI CPT≠0      ALORS RETURN
                        SINON
                           A←TEM/(REG+2)
                           CPT←FF/(RES+3)
                           CPT←CPT+A
                           REG←AL/7
                        SI REG=0
                        SI BIT 0 DE DONNEES ≠ 1 ALORS RETURN
                        SINON TOUS LES REG←0
                                                RETURN
```

ZONE MEMOIRE DE RANGEMENT

adresse : 1400

00	AL
01	AIG V1
02	REG
03	TEM
04	CPT
05	VAR
06	MAX
07	FRV1
08	REG
09	TEM
0A	CPT
0B	VAR
0C	MAX
0D	AIG TEMPORAIRE
0E	
0F	L
10	AIG F1
11	REG
12	TEM
13	CPT
14	VAR
15	MAX
16	FRF1
17	REG
18	TEM
19	CPT
1A	VAR
1B	MAX
1C	
1D	AIG V2
1E	REG
1F	TEM
20	CPT
21	VAR
22	MAX
23	FRV2
24	REG
25	TEM
26	CPT
27	VAR
28	
29	AIG F2
2A	REG
2B	TEM
2C	CPT
2D	VAR
2E	MAX
2F	FRF2
30	REG
31	TEM
32	CPT
33	VAR
34	MAX

```
----
0FB0  XRA
0FB1  OUT 09
0FB2  LLI 00
0FB4  LMI 14
0FB6  LMI DA
0FB8  INL
0FB9  LMI 01
0FBB  INL
0FBC  LMI 01
0FBE  INL
0FBF  INL
0FC0  LMI 01
0FC2  INL
0FC3  CAL 1200
0FC6  LEM
0FC7  CAL 109C
0FCA  LEM
0FCB  CAL 1140
0FCE  LEM
0FCF  CAL 109F
0FD2  LLI 10
0FD4  LMI 00
0FD6  INL
0FD7  LMI 01
0FD9  INL
0FDA  INL
0FDB  LMI 01
0FDD  INL
0FDE  CAL 1200
0FE1  CAL 1112
0FE4  LLI 11
0FE6  LMI 01
0FE8  LLI 0A
0FEA  LMI 01
0FEC  LLI 19
0FEE  LMI 01
0FF0  LLI 17
0FF2  LMI 01
0FF4  LBI 01
0FF6  LLI 10
0FF8  LMB
0FF9  INL
0FFA  LMB
0FFB  LLI 24 $
0FFD  LMB
0FFE  LLI 29 )
1000  LMB
1001  INL
1002  LMB
1003  LLI 30 0
1005  LMB
1006  JMP 100A
1009              <--- 0F
100A  LDI 04
100C  LLI 01
100E  XRA
```

```
100F  CPM
1010  JTZ  1029
1013  LLI  03
1015  LEM
1016  LLI  05
1018  LAM
1019  CAL  1100
101C  LAM
101D  CAL  1080
1020  LLI  0D
1022  LAM
1023  LLI  01
1025  LMA
1026  JMP  1044
1029  LLI  09
102B  LEM
102C  LLI  0B
102E  LAM
102F  CAL  1100
1032  LAM
1033  CAL  1080
1036  JMP  1020
1039             --- 0F
103A             --- 0F
103B             --- 0F
103C             --- 0F
103D             --- 0F
103E             --- 0F
103F             --- 01
1040             LLI 36  6
1041             LBI 0E
1042             LMI 3E  >
1043             --- 01
1044  LDI  08
1046  XRA
1047  LLI  10
1049  CPM
104A  JTZ  1063
104D  LLI  12
104F  LEM
1050  LLI  14
1052  LAM
1053  CAL  1100
1056  LAM
1057  CAL  1170
105A  LLI  0D
105C  LAM
105D  LLI  10
105F  LMA
1060  JMP  119A
1063  LLI  18
1065  LEM
1066  LLI  1A
1068  LAM
1069  CAL  1100
106C  LAM
106D  CAL  114D
1070  JMP  105A
1073             --- 0F
1074             --- 0F
1075             --- 0F
1076             --- 0F
1077             --- 0F
1078             --- 0F
1079             --- 0F
107A             --- 0F
```

```
107B                    --- 0F
107C                    --- 0F
107D                    --- 0F
107E                    --- 0F
107F                    --- 0F
1080  LBA
1081  INB
1082  LAB
1083  INL
1084  CPM
1085  JTZ  108F
1088  DCL
1089  LMA
108A  LLI  0D
108C  LMI  01
108E  RET
108F  DCL
1090  CAL  1200
1093  CAL  109C
1096  LLI  0D
1098  LMI  00
109A  RET
109B                    --- 0F
109C  LMI  00
109E  INL
109F  CAL  1120
10A2  LMA
10A3  RET
10A4                    --- 0F
10A5                    --- 0F
10A6                    --- 0F
10A7                    --- 0F
10A8                    --- 0F
10A9                    --- 0F
10AA                    --- 0F
10AB                    --- 0F
10AC                    --- 0F
10AD                    --- 0F
10AE                    --- 0F
10AF                    --- 0F
10B0  LEL
10B1  LLI  0D
10B3  LBA
10B4  DCB
10B5  JTZ  10BD
10B8  LMI  00
10BA  LLE
10BB  LMB
10BC  RET
10BD  LMI  01
10BF  LLE
10C0  LMB
10C1  CAL  1200
10C4  CAL  109F
10C7  CAL  10E4
10CA  RET
10CB  LBI  16
10CD  LCI  02
10CF  LAL
10D0  CPI  14
10D2  JTZ  10D9
10D5  LBI  2F /
10D7  LCI  20
10D9  LLB
10DA  CAL  1120
10DD  LMA
```

```
10DE   OUT 0B
10DF   LAC
10E0   OUT 09
10E1   XRA
10E2   OUT 09
10E3   RET
10E4   LBI 07
10E6   LCI 01
10E8   LAL
10E9   CPI 0B
10EB   JTZ 10F2
10EE   LBI 23 #
10F0   LCI 10
10F2   LLB
10F3   CAL 1120
10F6   LMA
10F7   OUT 0B
10F8   LAC
10F9   OUT 09
10FA   XRA
10FB   OUT 09
10FC   RET
10FD               --- 0F
10FE               --- 0F
10FF               --- 0F
1100   OUT 0B
1101   LAD
1102   OUT 09
1103   XRA
1104   OUT 09
1105   DCE
1106   JFZ 1105
1109   RET
110A   JMP 1132
110D               --- 0F
110E               --- 0F
110F               --- 0F
1110               --- 0F
1111               --- 0F
1112   LMI FF
1114   INL
1115   CAL 1120
1118   RRC
1119   NDI 7F
111B   LMA
111C   RET
111D               --- 0F
111E               --- 0F
111F               --- 0F
1120   LAL
1121   LLI 0F
1123   LMA
1124   LLI 00
1126   LAM
1127   ADA
1128   JFS 1120
112B   XRI 7D
112D   LMA
112E   LLI 0F
1130   LLM
1131   RET
1132   CAL 1120
1135   RRC
1136   NDI 7F
1138   LMA
1139   INL
```

```
113A  LMI FF
113C  RET
113D                 --- 0F
113E                 --- 0F
113F                 --- 0F
1140  LLI 07
1142  CAL 1120
1145  LMA
1146  OUT 08
1147  LAI 01
1149  OUT 09
114A  XRA
114B  OUT 09
114C  RET
114D  LBA
114E  DCB
114F  LAB
1150  INL
1151  CPM
1152  JTZ 115C
1155  DCL
1156  LMA
1157  LLI 0D
1159  LMI 00
115B  RET
115C  DCL
115D  LEL
115E  LLI 0D
1160  LMI 01
1162  LLE
1163  CAL 1200
1166  CAL 1112
1169  RET
116A                 --- 0F
116B                 --- 0F
116C                 --- 0F
116D                 --- 0F
116E                 --- 0F
116F                 --- 0F
1170  LBA
1171  INB
1172  LAB
1173  INL
1174  CPM
1175  JTZ 117F
1178  DCL
1179  LMA
117A  LLI 0D
117C  LMI 01
117E  RET
117F  DCL
1180  LEL
1181  LLI 0D
1183  LMI 00
1185  LLE
1186  CAL 1200
1189  CAL 110A
118C  LLE
118D  CAL 10CB
1190  RET
1191                 --- 0F
1192                 --- 0F
1193                 --- 0F
1194                 --- 0F
1195                 --- 0F
1196                 --- 0F
```

```
1197                    --- 0F
1198                    --- 0F
1199                    --- 0F
119A   LDI  40 @
119C   LLI  1D
119E   XRA
119F   CPM
11A0   JTZ  11B9
11A3   LLI  1F
11A5   LEM
11A6   LLI  21 !
11A8   LAM
11A9   CAL  1100
11AC   LAM
11AD   CAL  1080
11B0   LLI  0D
11B2   LAM
11B3   LLI  1D
11B5   LMA
11B6   JMP  1100
11B9   LLI  25 %
11BB   LEM
11BC   LLI  27 '
11BE   LAM
11BF   CAL  1100
11C2   LAM
11C3   CAL  1080
11C6   JMP  11B0
11C9                    --- 0F
11CA                    --- 0F
11CB                    --- 0F
11CC                    --- 0F
11CD                    --- 0F
11CE                    --- 0F
11CF                    --- 0F
11D0   LDI  80
11D2   XRA
11D3   LLI  29 )
11D5   CPM
11D6   JTZ  11EF
11D9   LLI  2B +
11DB   LEM
11DC   LLI  2D -
11DE   LAM
11DF   CAL  1100
11E2   LAM
11E3   CAL  1170
11E6   LLI  0D
11E8   LAM
11E9   LLI  29 )
11EB   LMA
11EC   JMP  100A
11EF   LLI  31 1
11F1   LEM
11F2   LLI  33 3
11F4   LAM
11F5   CAL  1100
11F8   LAM
11F9   CAL  114D
11FC   JMP  11E6
11FF                    --- 0F
1200   LDL
1201   DCL
1202   DCL
1203   CAL  1120
1206   RRC
```

```
1207  RRC
1208  RRC
1209  NDI 1F
120B  LMA
120C  DCL
120D  LBM
120E  INB
120F  INL
1210  DCB
1211  JTZ 1222
1214  DCB
1215  JFZ 1232
1218  RRC
1219  RRC
121A  NDI 3F ?
121C  ADI 01
121E  LMA
121F  JMP 123F
1222  LAM
1223  RRC
1224  RRC
1225  RRC
1226  NDI 1F
1228  ADI 02
122A  LMA
122B  JMP 123F
122E              ---- 0F
122F              ---- 0F
1230              ---  0F
1231              ---  0F
1232  IN  00
1233  LAA
1234  RLC
1235  NDI FE
1237  DCB
1238  JFZ 1234
123B  ADI 0F
123D  LMA
123E  LAA
123F  INL
1240  LBM
1241  DCB
1242  JTZ 1248
1245  LMB
1246  LLD
1247  RET
1248  DCL
1249  DCL
124A  LBM
124B  LAA
124C  INB
124D  INB
124E  INL
124F  LAM
1250  RRC
1251  NDI 7F
1253  DCB
1254  JFZ 1250
1257  INL
1258  LMA
1259  DCL
125A  DCL
125B  LBM
125C  LAA
125D  INB
125E  INB
```

```
125F   INB
1260   LAI  FF
1262   RRC
1263   NDI  7F
1265   DCB
1266   JFZ  1262
1269   INL
126A   INL
126B   LBM
126C   ADB
126D   LMA
126E   DCL
126F   DCL
1270   XRA
1271   CPM
1272   JFZ  127D
1275   JMP  128C
1278                 ADI 04
1279                 --- 0F
127A                 LMA FB
127B                 DCL 31 1
127C                 DCL 31 1
127D   CAL  1120
1280   LBI  06
1282   RRC
1283   NDI  7F
1285   DCB
1286   JFZ  1282
1289   LMA
128A   LLD
128B   RET
128C   INL
128D   INL
128E   LAM
128F   ADI  0F
1291   LMA
1292   DCL
1293   DCL
1294   IN   00
1295   NDI  01
1297   JFZ  127D
129A   LBL
129B   XRA
129C   LLI  02
129E   LMA
129F   LLI  08
12A1   LMA
12A2   LLI  11
12A4   LMA
12A5   LLI  17
12A7   LMA
12A8   LLI  1E
12AA   LMA
12AB   LLI  24 $
12AD   LMA
12AE   LLI  2A *
12B0   LMA
12B1   LLI  30 0
12B3   LMA
12B4   LLB
12B5   JMP  127D
12B8                 HLT FF
----
```

Le présent bulletin répond à une visée toute didactique: livrer sous une forme accessible aux nouveaux venus dans les groupes de travail courant:

de l'information technique et bibliographique en rapport avec leurs disciplines

des programmes commentés de tous niveaux permettant un accès rapide à des techniques de programmation appropriées, ainsi qu'à une implémentation aisée.

On s'est éfforcé, dansla plus large mesure possible, de ne pas établir de clivage trop marqué entre les disciplines intéréssées (musique arts plastiques poésie logique architecture cinéma informatique) mais tout au contraire de les unifier, ne serait-ce que par des techniques de programmation communes.

L'aspect pédagogique d'ARTINFO/MUSINFO reflète une préoccupation constante du groupe, à savoir ne pas se satisfaire en dernier ressort de méthodes de programmation trop élémentaires.

ARTINFO/MUSINFO est imprimé au Département d'Informatique de l'Université PARIS VIII - Vincennes. Grâces en soient rendues aux soins diligents de Jacqueline BERTOUT, Renée STARY, Philippe PINON, Victor BORGES, et à l'équipe des brocheurs habituels.

Pour tous renseignements et composition des livraisons à venir, s'adresser à:

Jacques ARVEILLER, Département d'Informatique, Université PARIS VIII, Route de la Tourelle, 75571 Paris CEDEX 12

Pour tout envoi, s'adresser à Patrick GREUSSAY, même adresse.

Artinfo/Musinfo N° 27
dépôt légal 2ème trim. 1977



groupe art et informatique

artinfo/musinfo 27
université paris viii